Поливинилхлоридный пластикат, применяемый в кабельной промышленности, представляет собой смесь поливинилхлоридной смолы (поливинилхлорида), получаемой полимеризацией хлористого винила ($CH_2=CHCl$) с пластификаторами, стабилизаторами, наполнителями и другими компонентами.

Поливинилхлорид (ПВХ) – это высокомолекулярное соединение линейного строения, имеющее вид тонкодисперсного порошка. Молекулярная масса ПВХ 50000- 200000. Отсутствие двойных связей и наличие атомов хлора делает ПВХ стойким к кислотам и щелочам, а также озоностойким и негорючим материалом. В кабельных композициях ПВХ- пластикатов используют ПВХ суспензионной полимеризации, при которой полимер получается малоразветвленным с узким молекулярно-массовым распределением. Для кабельных пластикатов используют ПВХ, молекулярная масса которого 60000-100000. При добавлении к поливинилхлоридной смоле пластификаторов, стабилизаторов и других компонентов повышаются ее физико-механические и технологические свойства, но снижаются диэлектрические свойства ПВХ- пластиката.

Поливинилхлоридные пластикаты, применяемые в кабельной промышленности, по своим свойствам и предъявляемым к ним требованиям можно разделить на три основные группы: изоляционные, обладающие высокими электрическими характеристиками в диапазоне рабочих температур; шланговые, защищающие основные конструктивные элементы кабеля от воздействия внешней среды; полупроводящие, занимающие по своим электрическим характеристикам промежуточное место между диэлектриком и проводником. Физико-механические характеристики ПВХ- пластикатов в основном определяются процентным содержанием в рецептуре пластификаторов.

Относительного удлинения ПВХ- пластиката при разрыве зависит от содержания пластификатора. Максимальное относительное удлинение получают при содержании 45-70 мас. ч. пластификатора. Количество и рецептура пластификатора также существенно влияют на удельное объемное электрическое сопротивление ?? ПВХ-пластиката. С увеличением процентного содержания пластификатора ?? ПВХ-пластиката уменьшается, так как ПВХ имеет ??=1015-1016 Ом?км, а пластификаторы ??=1012-1014 Ом?км. Поэтому в изоляционных рецептурах количество пластификатора не должно быть более 40-45%, так как при его увеличении ?? ПВХ- пластиката будет 1?1017Ом?км, то есть меньше, чем требует стандарт.

ГОСТ 5960–72 «Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей» регламентирует основные параметры наиболее распространенных марок пластиката, каждой из которых присвоено условное обозначение, состоящее из букв и цифр. Первая (или две) буква марки обозначает область применения и тип пластиката: И– изоляционный, О– для оболочек (шланговый), ИО– для изоляции и оболочек.

Для изоляционного пластиката две цифры, следующие за буквами, характеризуют температуру хрупкости, а цифры, стоящие за ними (после дефиса), являются показателем степени удельного объемного электрического сопротивления данной марки (например, И40-14). При обозначении шланговых пластикатов температура хрупкости указывается через дефис после букв (например, 0-40).

Специальные свойства пластиката обозначаются стоящими после буквы И или О одной или несколькими начальными буквами слова, характеризующими дополнительное

свойство данной рецептуры. Например, пластикат повышенной нагревостойкости, называемый «изоляционный термостойкий», обозначается ИТ-105 (через дефис указана максимальная рабочая температура).
В технологической документации на изготовление кабелей и проводов, как правило, указывают не только марку, но и номер рецептуры ПВХ-пластиката. Это позволяет более полно использовать его свойства. Например, широко известные рецептуры 251 и 230 согласно ГОСТ 5960–72 относятся к одной марке изоляционного пластиката И 40-13 и имеют одинаковые нормы на физико-механические и электрические характеристики. Рассматриваемые рецептуры отличаются друг от друга типом пластификатора. Пластикат рецептуры 251 содержит диоктилфталат (ДОФ) и получается менее энергоемким при переработке, что позволяет накладывать изоляцию при больших скоростях. Пластикат рецептуры 230 содержит диалкилфталат (ДАФ) обладает высоким удельным объемным электрическим сопротивлением и является тропикостойким (на нем практически не развиваются грибки и плесень).
Шланговые рецептуры 239 и 288 пластика марки 0-40 изготовляют с применением различных фталатных пластификаторов. Диалкилфталат 239 делает ПВХ-пластикат более тропикостойким, чем пластикат 288.
Наличие в ПВХ-пластикате различных пластификаторов делает зависимость механических, электрических и других характеристик от температуры более выраженной и сложной, чем поливинилхлоридной смолы.
Снижение удельного объемного электрического сопротивления ПВХ-пластиката различных рецептур при повышении температуры учтено в стандарте и контролируется при 20 и 70°С.
Поливинилхлоридный пластикат широко применяют для изоляции установочных, монтажных и специальных проводов, в силовых кабелях на напряжение 1-6 кВ и контрольных кабелях.
В шланговый пластикат, кроме основного пластификатора, добавляют 15-20% трикрезилфосфата, который повышает стойкость ПВХ-пластиката к горению. Увеличение пластифицирующей группы до 50-60% приводит к увеличению относительного удлинения при разрыве и снижению прочности на разрыв всех шланговых пластикатов.
Поскольку с повышением температуры резко возрастают значения ? и tg?, ПВХ-пластикат невозможно широко применять в высоковольтных силовых кабелях на напряжение более 10 кВ и в качестве изоляции в кабелях связи.
Для создания холодостойких пластикатов марок 0-50, 0-55 и ОМБ-60 с температурой хрупкости минус – 50 минус 60°С используют 60–70% пластификатора (диоктилсебационат или диизодециадипинат), но при этом прочность на разрыв снижается до 11, а иногда до 10 МПа.
Полупроводящий ПВХ-пластикат необходим для выравнивания электрического поля и уменьшения интенсивности ионизации высоковольтных кабелей и проводов, а также для экранов гибких шахтных кабелей.
Особенностью таких пластикатов является снижение значений ?? до 102-104 Ом?см и менее за счет введения в рецептуру большого количества наполнителей (сажи, графита и порошков металлов).
Длительное воздействие температуры солнечных лучей и различных сред приводит к необратимым изменениям свойств пластикатов, называемых старением материала,

которое оценивают снижением механических свойств и температурой хрупкости после определенных сроков выдержки их при различных температурах.
Различают тепловое, световое и другие виды старения. Если ПВХ- пластикат находится в воде, бензине, масле или другой среде, процесс его старения вызывается в основном вымыванием пластификатора и стабилизаторов.
Тепловое старение ПВХ- пластиката происходит из-за улетучивания пластификатора, в результате чего теряется эластичность пластиката и снижается его холодостойкость. Кроме того, под воздействием повышенной температуры происходят интенсивное окисление и деструкция смолы.
Во все кабельные ПВХ- пластикаты вводят стабилизаторы,. предотвращающие деструкцию материала в процессе его переработки и эксплуатации кабельных изделий. В шланговых кабельных пластикатах стабилизирующая группа, как правило, более эффективна, чем в изоляционных.
Процессы старения в пластикате, как и во многих других материалах, значительно ускоряются при попадании на них солнечных лучей. Это объясняется тем, что под воздействием солнечных лучей, в основном ультрафиолетового спектра, процессы окисления и деструкции происходят быстрее, чем под воздействием теплоты. Для придания ПВХ- пластикату (особенно шланговому) большей светостойкости в рецептуру вводят красители, которые, поглощая лучистую солнечную энергию, не дают ей проникать в толщу материала и сохраняют свойства пластиката. Наиболее эффективным пигментом, резко повышающим светостойкость материала, является сажа, вводимая в рецептуру в количестве 1-3%. Поливинилхлоридные пластикаты черного цвета обладают большей стойкостью к светостарению, чем темно-синего, красного, зеленого и других более светлых тонов.
Так как для светостойкости важен цвет, дисперсность и равномерность распределения красителя в массе пластиката, шланговые ПВХ- пластикаты поступают на кабельные заводы, как правило, в виде гранул черного и синего цветов. Чем равномерней распределение красителя, тем больше светостойкость материала.
На заводах химической промышленности для равномерного распределения красителя его тщательно перемешивают с пластикатом.
Для изоляционных марок допускается поставка гранул ПВХ- пластиката натурального цвета, а для окраски изоляции в экструдер добавляют 2-3% концентрированно окрашенных гранул. В этом случае контроль осуществляют по цвету, так как светостойкость изоляционного материала не имеет существенного значения.
При внедрении поточных автоматических линий на кабельных заводах учитывают не только физико-механические и диэлектрические свойства ПВХ- пластиката, но и его технологические свойства. Производительность одного и того же экструдера колеблется в пределах 20-30% в зависимости от рецептуры и технологических свойств пластиката. Проверку технологических свойств ПВХ- пластиката производят на экструдере диаметром червяка 32-60 мм. Для испытаний в головке экструдера применяют «глухой» дорн и матрицу, диаметр которой для изоляционного пластиката должен быть равен 2 мм, а для шлангового– 5 мм.
Температурные режимы работы экструдера при переработке ПВХ- пластиката устанавливают в следующих пределах:
При частоте вращения червяка 50-60 об/мин жгутик выдавливают в течение 10 мин, после чего через каждые 2 мин отбирают (не менее трех) пробы. Отбор каждой пробы

производят в течение 1 мин. Отобранные пробы охлаждают до комнатной температуры в сосуде с водой, а затем определяют внешний вид, сравнивая их с утвержденным эталоном.
Из середины каждой пробы острым ножом или бритвой вырезают образец длиной 15 см, на поперечном срезе которого определяют (визуально) наличие пор. Затем на каждом образце производят продольный срез длиной 2-3 см и также определяют наличие пор. После отбора проб снижают частоту вращения червяка в 2 раза и в течение 5-6 мин выдавливают жгутик, а затем останавливают экструдер на 20 мин, в течение 2 мин выдавливают образец, определяя (визуально) наличие в жгутиках подгоревших частиц и изменение цвета. Далее разбирают головку экструдера и дополнительно определяют наличие подгорания пластиката.
Сравнивая ПВХ-пластикат и полиэтиленом, в первую очередь выделяют большую гибкость кабеля и удобство монтажа соединителей при нормальных и повышенных температурах. ПВХ-пластикат негорюч и может выпускаться белого цвета, что улучшает внешний вид кабеля. Однако при повышенных температурах пластификатор, содержащийся в оболочке, может мигрировать в полиэтиленовый диэлектрик, значительно увеличивая диэлектрические потери. Этот недостаток мировые производители кабельной продукции устраняют применением специального пластиката с немигрирующими пластификаторами.
В кабелях, предназначенных для преимущественной эксплуатации при воздействии низких температур или при резкой смене температур, применение поливинилхлоридного пластиката нежелательно. Так же к минусам кабельного пластиката следует отнести
Фактически в изготовлении оболочек используется не чистый полиэтилен, а композиции полиэтилена, представляющий смесь нескольких модификаций исходного полиэтилена с добавкой стабилизаторов. Стабилизаторы повышают стойкость полиэтилена к тепловому старению.
В оболочке кабеля для внешней прокладки, как правило, используется полиэтилен высокой плотности (низкого давления), для подземной прокладки - полиэтилен низкой плотности (высокого давления).
Высокоплотный полиэтилен стоек к абразивному износу и обеспечивает более надежную защиту от механических воздействий. Поскольку чистый полиэтилен достаточно быстро стареет на свету, и в нем появляются микротрещины, то для защиты оболочек от ультрафиолетового облучения применяются композиции светостабилизированного полиэтилена, содержащего не менее 2,5% мелкодисперсной сажи. Светостабилизированный полиэтилен имеет черный цвет.
Полиэтиленовая оболочка, в сравнении с поливинилхлоридным пластикатом имеет более широкий диапазон рабочих температур, менее критична к резкому перепаду температур. Влагопоглощение оболочки из полиэтилена, по сравнению с поливинилхлоридной оболочкой, меньше в 20 раз.
Подробнее с анализом текущего и потенциального спроса и предложения на кабельные пластикаты ПВХ на российском рынке Вы можете ознакомиться в отчете Академии Конъюнктуры Промышленных Рынков «Рынок кабельных пластикатов ПВХ в России».